

LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS, EN RELACIÓN CON LA ESTRUCTURA Y ESTABILIDAD DEL ECOSISTEMA*

PEDRO MONTSERRAT RECODER¹

RESUMEN.—Ensayo para interpretar ecológicamente las modalidades de explotación natural en los ecosistemas montaraces intervenidos por el hombre: se distinguen estructuras conservadoras (leñosas) y otras más dinámicas (pasto), en retículos a varias escalas que pueden ser estudiados bajo la perspectiva funcional de unos fitófagos desbrozadores (transmisores de fertilidad) y los que explotan el pasto productivo. Se analizan varios tipos de fertilidad en relación con el potencial biótico que facilita la explotación que conserva las estructuras fundamentales.

Se intenta enlazar conceptos ecológicos con los culturales o antrópicos, destacando los que se refieren a la economía de la explotación agropecuaria extensiva. Algunos ejemplos escogidos facilitan la comprensión y alcance de los modelos conceptuales ecológicos, permitiendo elaborar una especie de *teoría de la explotación* correcta de los recursos naturales montaraces.

RESUMÉ.—*L'utilisation des ressources naturels, en connexion avec la stabilité des écosystèmes.*

On présente un essai pour l'interprétation écologique des modalités d'exploitation naturelle, dans les écosystèmes montagnards utilisés par l'homme. La distinction entre des structures conservatrices (arbres, haies) et les plus dynamiques (pâturages), est très facile dans un paysage réticulé (à plusieurs échelles) qu'on peut étudier au point de vue des animaux abrutisseurs (transmission latérale de fertilité) et de ceux qui exploitent les pâturages productifs.

La fertilité (productivité) des systèmes montagnards est très variée et l'on peut trouver quelques modalités qui peuvent être exploitées fortement, si elles sont protégées par une maille protectrice qu'il faut conserver. C'est certainement la diversité du paysage, liée à des écosystèmes soumis à une topographie réelle (situation dans l'espace) et aussi à une évolution (situation dans le temps).

Il faut adapter notre langage écologique aux domaines de l'*Anthropologie culturelle*, surtout en ce qui concerne à l'économie d'exploitation. Quelques exemples nous aident à mieux comprendre le modelage conceptuel que nous faisons ici, pour aboutir ainsi à une vraie *Théorie de l'exploitation*.

Palabras clave: Reservas zonales, orla-retículo, biodiversidad, culturas.

INTRODUCCIÓN

El hombre, con sus enormes posibilidades de actuación, se integra tróficamente al ecosistema y lo modifica. Dicha inserción no siempre es correcta y pone en peligro, tanto la persistencia de una infinidad de mecanismos naturales productores, como la de otros

* Ponencia del Seminario sobre "Estructura y Estabilidad del Ecosistema", 30 noviembre 1974. Facultad de Ciencias, Universidad de Sevilla.

¹ Profesor de Investigación del C.S.I.C.. Jefe de la UEL de Botánica en el Centro pirenaico de Biología Experimental (en 1974). Apartado 64. JACA (Huesca). y Profesor Extraordinario de la Universidad de Navarra. Pamplona.

simplificadores o regeneradores; hambre y contaminación, forman el panorama que se abre ante nosotros y desmerece los atributos, exagerados por muchos, del injerto tecnológico moderno, consumista y desnaturalizado, a nuestra cultura autóctona.

La inserción del hombre moderno en su ambiente natural es incorrecta y pone en peligro la estabilidad global, comprometiendo seriamente nuestro futuro. Se impone un cambio de mentalidad, la adquisición rápida de conocimientos ecológicos informadores de unas "rutinas" viables, cauces que orienten cada actuación evitando desviaciones peligrosas. No soy pesimista ni optimista; el futuro depende de nosotros y aún estamos a tiempo para evitar lo peor.

Es muy complejo el problema de la utilización correcta de recursos, con explotación de la naturaleza por el hombre; ahora quiero centrar mi exposición en el sistema agrobiológico. Por mi especialidad tuve que profundizar en el estudio del sistema formado por el pasto y sus consumidores directos manejados por el hombre, con su industria ancestral pecuaria, la agraria más simplificadora y finalmente los sistemas mercantiles, los destinados a facilitar sus acciones subsidiarias. Se trata de un conjunto que funciona como un gran sistema y sus interacciones múltiples entran de lleno en el tema que me toca desarrollar.

Sin perspectiva amplia es inútil hablar de acciones humanas sobre cualquier elemento de los sistemas que maneja; todas las acciones por ínfimas que sean repercuten sobre la totalidad del sistema, con modificaciones ya previstas por la naturaleza y otras inéditas, inasimilables por sus mecanismos espontáneos de control. Las últimas obligan a multiplicar las acciones subsidiarias humanas, a un progreso científico-técnico indefinido que no siempre las colectividades humanas están dispuestas a sostener y con frecuencia quieren ignorar.

1. LA EXPLOTACIÓN NATURAL Y EL SISTEMA AGROPECUARIO

a) Aspectos de la explotación

El consumo del manto vegetal por los fitófagos proporciona un claro ejemplo de modalidad explotadora natural, con sustracción de biomasa comunitaria y aumento del potencial biótico en las plantas rozadas.

Una sustracción incompleta, p. ej. los troncos de un bosque, determina la rápida descomposición de hojarasca con liberación de fertilidad mineral, estimulante de los componentes más potentes del sistema; en nuestro caso las hierbas jugosas o "megaforbias". Mamíferos y pájaros frecuentan los rasos forestales; los grandes fitófagos fuerzan la evolución hacia pasto, mientras pájaros y pequeños mamíferos hacia el bosque rejuvenecido recuperador del sistema.

En un ambiente, evolución rápida hacia la madurez comunitaria; en el otro la diametralmente opuesta, con reducción de biomasa forestal y aumento de la tasa de renovación en el pasto (potencial biótico muy alto). Los grandes herbívoros "explotan" el pasto y seto contiguo, estabilizando una comunidad con producción desviada hacia la secundaria o ganadera.

La explotación ganadera presenta dos modalidades importantes: Ramoneo de los setos y pastoreo de la hierba corta. El pastoreo incide sobre un subsistema fácilmente renovable (potente) si dispone de fertilidad edáfica, mientras el ramoneo libra fertilidad retenida de las estructuras leñosas que delimitan los bosques. El seto (lianas, matas espinosas, arbustos y árboles aislados) es la defensa natural silvática y debe convertirse en la de los pastos.

En nuestra exposición esquemática apenas mencionaremos las acciones de ciertos fitófagos (roedores, suidos, aves, insectos), especializados en la utilización de frutos, semillas, rizomas, tuberculos, raíces, cortezas, etc. Gran importancia para el sistema tienen los

detrívoros y a ellos nos referiremos al exponer los mecanismos para la transmisión de fertilidad. Los herbívoros domésticos (nuestro ganado), realizan parte de dichas acciones y en cierto aspecto las tipifican. Son consumidores que aceleran el ciclo trófico y lo estabilizan en determinados niveles de explotación reiterativa. El sistema pecuario permite trazar los rasgos fundamentales de un modelo de explotación natural además del cultural o antrópico.

Explotación humana y explotación animal suelen ser concomitantes y muchas veces resulta difícil distinguirlas. Cualquier acción humana sobre los sistemas montaraces, repercute en el dinamismo tanto de sus poblaciones vegetales como animales. El fuego de un pastor condicionará la evolución hacia el pasto; un leñador rejuvenece la masa forestal y modifica simultáneamente sus condiciones cinegéticas; el cazador altera las poblaciones de herbívoros y carnívoros silváticos que, a su vez, influyen de manera espectacular sobre las comunidades vegetales del bosque.

La explotación de recursos del monte no es cosa nueva y los agentes naturales la ejercieron durante millones de años antes de la llegada tardía del hombre. Existe una *explotación natural* intensa y diversificada, con modalidades que conviene conocer a fondo para reducir el esfuerzo regulador humano.

Los bosques templados, formados por caducifolios, proporcionan un ejemplo muy general de explotación ligada a las fluctuaciones anuales del clima; caída de hojas en otoño seguida de una productividad explosiva primaveral, precisamente cuando se moviliza activamente la fertilidad retenida en el mantillo que cubre la capa de fermentación.

Fluctuaciones climáticas acíclicas, imprevisibles, conducen a la explotación incontrolada de las comunidades hasta ocasionar algunas veces su destrucción (explotación máxima) o bien reduciendo biomasa que ya no puede seguir controlando su ambiente. La explotación natural abiótica dispersa detritus hacia otras comunidades (exportación) o bien retarda la formación de nueva biomasa por aumento del catabolismo (*autoexplotación*); en la última modalidad suelen liberarse fertilizantes minerales dispuestos para actuar en el momento favorable siguiente. Los incendios naturales proporcionan un ejemplo clarísimo de autoexplotación y precisamente el más dramático.

Tanto la escasa productividad bruta o primaria como la respiración exacerbada, reducen biomasa al modo de cualquier explotación; con L. VILLAR² desarrollamos algunos aspectos de la explotación natural y recientemente insistí sobre ello ^{3, 4}.

b) Fertilidad y explotación

Son muy estrechas las relaciones existentes entre fertilidad del suelo y capacidad de explotación, tanto que la segunda suele utilizarse para la medida biológica de fertilidad. En el caso de una explotación por herbívoros, parte del material extraído queda depositado en querencias que así reciben un aporte extraordinario de fertilizantes. Ya hemos visto que la explotación climática autumnal (caída de hojas) proporciona un mantillo apto para sostener la explosión productiva primaveral.

Cada explotación sostenida requiere una fertilización adecuada; la evolución de los ecosistemas terrestres nos muestra la sutileza y variedad de mecanismos utilizados en transferir materiales. Se cierran los ciclos tróficos en el suelo, donde deben estudiarse a fondo.

² MONTSERRAT, P. & VILLAR, L. (1972). El endemismo ibérico. *Bol. Soc. Brot.*, 46 (2.ª sér.): 503-527. Coimbra.

³ MONTSERRAT, P. (1974). Continentalidades climáticas pirenaicas. Com. al VII Congr. Int. Est. Pirenaicas, 16-21 septiembre. Seo de Urgel. (Inédito)

⁴ MONTSERRAT, P. (1974). Clima y paisaje. Com. a la IV Reun. Ponencia Climatología del "Patronato Alonso de Herrera", 13-17 octubre. Jaca. cf. 1976 *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 7 (1): 149-171. Jaca.

Los consumidores, en especial fitófagos y detritívoros, activan las transferencias energéticas y de material biógena, es decir de la fertilidad en todas sus formas imaginables.

c) *Circulación abiótica de fertilizantes*

Es muy intuitivo el arrastre de materiales en una ladera por el agua, tanto en escorrentía (aguas salvajes) como la coluvial; el viento aún la supera en velocidad, pero con frecuencia actúa contra la fuerza de la gravedad y nuestro modelo se complicaría excesivamente. Los movimientos gravitacionales del agua en una ladera permiten establecer el *modelo vaguada*, con escorrentía superficial, la coluvial (profunda), y finalmente otra aluvial en la vega del fondo; no podemos hablar de edafología ni ecología aplicadas, sin situar cada estudio en dicho sistema, por cierto el fundamental para lograr la utilización correcta de los recursos naturales terrestres.

La parte alta de cada ladera recibe agua pluvial que lava el suelo intensamente; progresando hacia el valle, cada tesela distinguible recibe agua con solutos (sólidos, líquidos y gases), exportando generalmente más de lo que recibe; al disminuir la pendiente o aumentar la evaporación, entradas y salidas pueden compensarse o invertirse por retención sólida (travertino, costras). En clima suficientemente lluvioso cada vega recibe aportes coluviales y el aluvial, con posibilidades máximas, tanto para la organización de comunidades como para mantener una explotación sostenida.

El agua encauzada y las escorrentías son rápidas y en ciertos ambientes provocan erosión; las comunidades naturales evolucionaron en el sentido de frenarlas, fomentando su penetración en el suelo y retención de lo arrastrado. Cualquier explotación abusiva desencadena de nuevo el proceso erosivo, con ejemplos dramáticos que por nuestra desgracia nacional encontramos a cada paso. Destruímos nuestros ecosistemas con acciones irresponsables que conducen al hambre.

La subida de sales en los suelos exopercolativos (fuerte evaporación), corresponde igualmente a un mecanismo natural de fertilización abiótica. En climas semiáridos o con estación seca prolongada, un riego moderado a media ladera puede fomentarla.

El viento es sin duda alguna agente transportador muy eficiente en ciertos ambientes (p. ej. el loes) y nada desdeñable en la mayor parte de situaciones; los detritus secos, vegetales o animales, recorren largas distancias en tiempo seco hasta ser depositados finalmente por la lluvia, niebla o al contacto con rocío.

d) *Mecanismos bióticos de fertilización*

Al centrar nuestra atención sobre el sistema agropecuario, aparecen con nitidez unos procedimientos de transporte de importancia excepcional. Por una parte el ganado con sus movimientos y sesteo en querencias y por otra los árboles y arbustos de raíz profunda.

Los rumiantes y équidos dominan en nuestros pastos; en su tracto intestinal se acelera el ciclo fertilizante, por medio de una fase que puede denominarse la de *prehumificación*. Detritívoros muy semejantes a los del mantillo y suelo actúan en la panza o colon, pero en ambientes con temperatura regulada y otros factores favorables. Son animales con largos desplazamientos que reparten fertilidad de un lugar a otro (*transmisión de fertilidad*).

Ya tenemos un mecanismo natural de fertilización que podemos dirigir para mejorar el pasto poco productivo; en algunos casos la acción subsidiaria consiste en aporte de heno y concentrados, precisamente en la parte del sistema que pretendemos mejorar. Son muy interesantes las técnicas recientes que consisten en rociar la hierba más basta (lastonares y el pasto muy fibroso) con melazas de azucarera y urea; las yeguas y asnos o el vacuno basto,

pueden utilizar dicha fuente alimenticia acelerando su incorporación a la fertilidad edáfica; con dicha técnica además rejuvenecemos un pasto envejecido y por un procedimiento más rápido y eficaz que el clásico del fuego controlado, tan peligroso en nuestros montes.

Los árboles, con arbustos, matas y gramíneas o hierbas de raíz profunda, extraen fertilizantes de las capas inferiores del suelo; el ramoneo-pastoreo y la caída de detritus (hojas secas, ramitas, frutos, etc), sitúan dicha fertilidad en la superficie edáfica y a disposición de las raíces (poco penetrantes) del pasto más productivo. Ninguna acción subsidiaria humana es capaz de sustituir las dos acciones fertilizantes mencionadas que resultan fundamentales para el sistema pecuario; todo lo más, es posible completarlas por el aporte de fertilizante en mínimo, como fósforo y algunas veces sulfato o calcio. El nitrógeno suele fijarse por leguminosas del pasto y el potasio circula fácilmente a través del animal, mientras fósforo y calcio se exportan en los esqueletos de los animales, y los sulfatos se lixivian con extraordinaria facilidad.

Veamos un modelo concreto de conjunción armónica entre ambos sistemas de fertilización natural, tanto biótico como abiótico. Tierras marginales españolas, en especial sobre rocas eruptivas pobres en bases como son las dominantes en todo el Oeste, se explotan desde tiempo inmemorial con ganado muy diversificado (vacuno, équidos, lanar, cabrío, cerda, volatería, caza), en un clima semiárido hasta subhúmedo: dehesas de encinas o quejigos y los bardales.

Cada loma presenta árboles y hasta bosquetes densos, en especial sobre cuarcitas de muy escasa fertilidad; el arbolado se aclara al descender por la pendiente y normalmente desaparece en glaciares de suelo profundo y en las vegas. Prados y aprovechamiento agrícola se dan en suelo profundo, mientras el ganado se sesteaba bajo árboles de la parte alta contrarrestando escorrentías y el aporte coluvial. Lo más pobre se fertiliza a partir de la roca madre y subsuelo (bombeo de fertilidad por árboles y matas), más el aporte de los animales que se sestean; la escorrentía arrastra detritus (cagarrutas, restos de boñigas, hojas, insectos muertos, etc) hacia la parte baja; a largo plazo el deslizamiento coluvial completa la fertilización, pero su elemento dinámico (agua freática) actúa con cierta rapidez, regulando al mismo tiempo la temperatura edáfica en lugares sin árboles.

En dicho ambiente de agricultura netamente marginal, la explotación se ajustó espontáneamente hasta que adquirió unas estructuras perfectamente lógicas, muy aparentes ahora que conocemos algo sobre mecanismos y gradientes de fertilización natural, bióticos y abióticos. Los modelos para el estudio ecológico deben utilizar dichas pautas ancestrales que corresponden a procesos naturales con explotación y fertilización concomitantes, equilibradas.

e) Origen del sistema adehesado

La perspectiva histórica siempre permite conocer mejor el sentido funcional, adaptativo, de las estructuras observadas. En el caso comentado se trata de unos mecanismos antiquísimos, precuaternarios, ajustados por evolución de las comunidades de monte aprovechadas por manadas de fitófagos extraordinarios (Rumiantes, Equidos, Proboscídeos, Rinocerontídeos, Suidos, Jiráfidos, Aves, Roedores, etc.), con desbrozadores más activos que los domesticados actuales. Una explotación tan intensa del manto vegetal exigió el desarrollo extraordinario de unos mecanismos transportadores de fertilidad, con circulación compensadora y muy eficiente.

La explotación perfecta sólo se logra equilibrando los animales que pastan con ramoneadores; la casi desaparición de nuestras cabras, con reducción extrema de los équidos, provoca desequilibrios notables que nos exigen un esfuerzo subsidiario para restituirlos

(fuego controlado, desbroces mecánicos, roturaciones, fertilizantes comprados). Se trata de un tema fundamental, el meollo de las consideraciones que haremos a continuación.

El vaciado de los montes por fitófagos precuaternarios, condujo a pastos con árboles dispersos y enormes setos protectores -contra grandes herbívoros-, de las masas boscosas poco alteradas. Un seto pujante exige ramoneadores eficientes que lo mantengan a raya, movilizándolo al mismo tiempo su fertilidad y transmitiéndola al pasto productivo de los rasos herbosos. Nuestras dehesas del Oeste español adolecen de setos poco activos, destruidos por el hombre. En el "bocage" del Oeste europeo, encontramos setos con árboles de hoja forrajera, en unas estructuras muy estables contra la erosión química que provoca la lixiviación edáfica.

El estudio de los procesos realizados en dichas estructuras tan generalizadas, es básico para el desarrollo de una agrobiología extensiva poco costosa en inversiones subsidiarias.

f) Los materiales retenidos en las estructuras vivas

Acabamos de mencionar acciones simplificadoras realizadas desde el Terciario por animales ramoneadores; tanto ellos como los que pastorean activamente, movilizan la fertilidad retenida en estructuras vivas, para que recicle rápidamente del animal al suelo. Los ciclos del pasto corto, activado por consumidores fitófagos, obtienen el rédito máximo al capital fertilidad de nuestros montes.

La estabilidad del conjunto en especial cuando se trata de ambientes geofísicos poco favorables, exige la existencia de unas estructuras algo complejas que bombeen fertilidad de las capas profundas, sombreando al mismo tiempo al pasto y animales. El equilibrio explotador requiere unas estructuras vegetales diversificadas, entre todas ellas, la más activa corresponde al seto ramoneado que libera paulatinamente fertilidad retenida en árboles y arbustos.

La explotación anárquica conduce al monte bajo, mezcla incoherente de estructuras vegetales con predominio de árboles y arbustos o matas que sombrean un pasto escaso y poco productivo. El monte bajo no es maderero ni pasto; su fertilidad queda retenida en estructuras leñosas durante años, como apartado ciertamente del activo reciclado mencionado. Consideremos además al cultivo itinerante (articas) que pueden remontarse a la época romana, con el nefasto barbecho blanco y la quema de rastrojos seguidos de fuerte erosión; ya es fácil comprender la escasa fertilidad de nuestras tierras marginales. En montes jamás cultivados, los incendios en época poco propicia, seguidos de un pastoreo abusivo incontrolado, activaron la erosión con pérdida de la profundidad edáfica y fertilidad.

En todos los casos de mal aprovechamiento, la fertilidad limita extraordinariamente las posibilidades para una explotación correcta; cualquier inversión financiera puede arruinar al empresario e interesa aprovechar al máximo los mecanismos naturales de producción y muy especialmente los de fertilización natural.

Teniendo en cuenta el gradiente de fertilidad hacia los valles y las mayores dificultades productivas de la parte alta (menos suelo y clima extremado), interesa actuar sobre suelos coluviales (de los glaciares) y los aluviales de cada vega. En los cerros y litosuelos de la parte alta conviene mantener a ultranza estructuras leñosas, con fertilidad escasa, que trabaja para estabilizar. En ciertos casos (hayedos norteños, fayal canario, etc.) el bosque cede agua (precipitación horizontal) hacia niveles inferiores, proporcionando un claro ejemplo de la importancia que entraña conservar estructuras complejas en algunas teselas de montaña; la gayuba pirenaica (*Arctostaphylos uva-ursi*) y el fayal canario (entre otras) fijan nitrógeno atmosférico fertilizador de cada ladera montañosa.

Entre los dos extremos de comunidad, con estructura estabilizadora (parte alta) y simplificada (parte baja), debemos situar al monte hueco (dehesa arbolada con setos) en todas

sus modalidades productivas; son las condiciones apropiadas para la explotación ganadera, dotada de una estructura leñosa mínima y con pasto raso, muy productivo, bajo su protección. La fertilidad queda retenida en las estructuras leñosas de protección, por lo que conviene reducirlas al mínimo si pretendemos una explotación correcta del complejo estructural.

Las masas leñosas de la parte alta pueden compararse al agua repesada en la cabecera de un valle, con potencial productivo que afecta extensiones muy grandes; una presa en fondo de valle (como por desgracia ocurre casi siempre), anega los suelos más productivos y su potencial hídrico sólo puede aplicarse a las llanuras inferiores. El bosque matorral retiene fertilidad en cabecera y la libera paulatinamente hacia la parte baja explotada.

En fondos de vaguada, con mayores posibilidades productivas y reguladoras, conviene reducir estructura leñosa liberando fertilidad para el pasto y sus setos activos. Existe ciertamente una fuente de fertilidad mal explotada, la retenida en estructuras vegetales de reciclado lento; nuestros *ramoneadores* la movilizan y debemos utilizarlos.

En la parte alta las estructuras leñosas producen estabilidad; la fertilidad circula activamente en el subsistema alimentado (parte baja) que produce para el hombre y puede exportar gracias a sus fuentes naturales de fertilización.

g) Actualización correcta de la fertilidad retenida

Una ojeada a nuestros montes, con predominio del monte bajo raquíptico, basta para convencernos del freno que encuentran para una sucesión vegetal progresiva, la que conduce hacia comunidades forestales productivas y estables. Ya hemos visto que es cuestión de suelo muy somero y escasa fertilidad, considerando como fertilidad el agua retenida en el suelo con los solutos que arrastra.

En los últimos decenios se han realizado experimentos a gran escala (cientos de km²) en España, precisamente repoblando con pinos unos suelos arruinados por abusos anteriores. Ya sería hora de realizar un inventario científico completo, con ayuda de las técnicas dosométricas normales y estudio económico, para expresar correctamente la rentabilidad de cada inversión repobladora. Nos sorprenderían las variaciones extraordinarias atribuibles a factores ambientales, pero muy fundamentalmente a la escasa fertilidad edáfica o, lo más grave, a la carencia casi completa de un suelo que merezca tal nombre.

Más de la mitad de dichas repoblaciones son un mal negocio financiero y se comprende; gastamos dinero en ambientes arruinados, sin suelo y en clima desfavorable. La fertilidad se moviliza lentamente y hace falta acelerar el proceso edafogénico en suelos casi minerales, erosionados desde hace siglos.

Ciertamente los pinares suelen situarse en laderas de fertilidad escasa, encontrándose normalmente sometidos a una explotación natural intensa (he ahí porque se utilizan tanto en técnica forestal); tanto el abeto-pinsapo, como hayas y robles o encinas, requieren mayor fertilidad edáfica. Los pinos suelen considerarse pioneros, pero nunca conviene exagerar demasiado. Es un hecho que sin suelo adecuado ningún árbol puede prosperar en climas irregulares y con sequías muy prolongadas; además, las masas monoespecíficas (y monorraciales) son muy sensibles a las plagas (procesionaria p. ej.) y a ellas deben atribuirse muchos fracasos económicos.

El análisis químico de la masa arbórea, permite suponer que los pinos retienen menor cantidad de fertilizantes esenciales para el pasto y nuestra observación paisajística, junto con otras consideraciones, parecen confirmar dicho aserto. Por ejemplo: el pinar de Lillo (León) coloniza, con abedul, los suelos cuarcitosos pobres en bases de cambio; dicho pinar evoluciona lentamente desde la última glaciación (período boreal que persiste).

Otro ejemplo de la cordillera litoral catalana, NE de Barcelona, donde persisten dos pinares residuales (*Pinus sylvestris*) en las cumbres del Corredor (630 m) y Montalt (560 m) rodeados de un maquis mediterráneo con madroño, encina y brezo; el suelo formado sobre granito engadinítico (diferenciación ácida del batolito) es muy pobre en bases de cambio (sólo cuarzo y ortosa) y la evolución hacia dicho maquis es lentísima, persistiendo por lenta evolución el pinar que pudo alcanzar dicha cordillera mediterránea durante la última glaciación. En las turberas centrales de Francia y casi toda su mitad occidental, el pino albar persiste también sobre un suelo turboso pobre.

De lo dicho cabe deducir que las masas de frondosas y encinares retienen mayor fertilidad en su biomasa; al reducirla por aclareos sucesivos y penetración del ganado, es posible incorporarla al sistema ganadero más dinámico.

Por lo tanto existe un potencial productivo retenido en los árboles y mantillo forestal, que por la hierba y animales circularía con mayor rapidez hacia el hombre y su mercado. El bosque representa un capital muy seguro pero poco productivo para el hombre; su movilización comporta riesgos por disminuir la estabilidad del subsistema simplificado. El monte vaciado por herbívoros, con estructura reticular protectora y fertilizante, permite lograr un equilibrio entre subsistema explotado intensamente y el que por evolución hacia la comunidad madura trabaja para estabilizarse.

Esquemáticamente podemos comparar los dos subsistemas mencionados a la inversión muy rentable poco segura y a la poco productiva pero muy segura ante cualquier evento.

En la mayoría de nuestros montes reina la anarquía, salvo en los llamados nobles que son explotados por servicios forestales. Domina por doquier el monte bajo con estructura leñosa y poco pasto, entre masas arbóreas de poca talla y escasa productividad.

El meollo del problema reside en movilizar dicha fertilidad retenida, pero de manera muy matizada, con lentitud y economía, para que ingrese paulatinamente en el subsistema pasto-ganado-hombre. Por una parte aumentaremos la productividad y por otra el retículo leñoso activo que producirá la estabilidad.

Existe un capital inmovilizado que podemos actualizar con ayuda del ganado, en especial los ramoneadores y équidos, aprovechando elementos del sistema conjuntados por coevolución que multiplicarán el efecto de cualquier acción humana bien planeada. Analicemos ahora al que podríamos denominar "tejido conjuntivo" del sistema, el situado en la ecotonía fundamental pasto-bosque.

h) Ecotonías entre pasto y bosque

Todo contacto entre sistemas de distinta organización facilita el flujo de materiales y energía hacia el más complejo. Cualquier raso forestal sin herbívoros se llena de hierbas jugosas (megaforbias), arbustos y finalmente bosque joven; parece como si la masa forestal adulta parasitara las plantas de dicho raso invadiéndolas; es ciertamente el proceso normal regenerador forestal.

El ganado forma un sistema con otra calidad de organización, explota y transmite fertilidad, se mueve regularmente y mantiene productivos los pastos de cada raso forestal. Cuando el hombre maneja su ganado ya introducimos una serie de posibilidades (rutinas, industria y comercio humanos) que extraen fertilidad del sistema forestal aparentemente más complejo.

Supuesta ya la explotación regular del pasto y sus setos, aparece con claridad el flujo de materiales hacia el pasto por un lado y hacia cada seto por otro. Seto y árboles diseminados bombean la fertilidad profunda y el pasto explota la superficial. Rozas continuadas disminuyen la talla de los brotes y la penetración radicular del pasto; se impone la

fertilización superficial por deyecciones animales y detritus vegetales, más la subida de agua freática (coluvial) evaporada en la superficie del suelo. Las lombrices y animales del bioedafon, alimentados por detritus, completan el trabajo fertilizador en superficie.

Al hombre que desea alimentarse del monte no le interesa el bosque denso más que en fuertes pendientes con peligro de erosión (monte protector), cortavientos, bosques maderables y muy particularmente los que se pretende conservar íntegros (conservación de sistemas montaraces); en todo caso conviene forzar la formación de setos que deslinden lo forestal de lo pecuario.

En cada sistema reticulado por setos y árboles diseminados, con ganado diversificado y pastoreo ordenado, aparece pronto una acumulación de fertilidad superficial, con mejora de la estructura edáfica por formarse agregados estables (excrementos de lombrices) gracias al aporte energético organizador mencionado. La estructura de setos nunca es ajena al proceso, en especial si contiene árboles forrajeros, como fresnos, olmos, chopos, robles variados, acebo, acebuche, encinas, olivilla, sabina albar, almendro, higuera, almeces, etc. que permiten movilizar lo retenido fertilizando al pasto. El forraje escamondado en su época de mayor valor nutritivo (otoño), se convierte en regulador de las otoñadas catastróficas, como la presente (1974) para toda la parte occidental de España. Estructura protectora que se moviliza cuando escasea la más movilizable del pasto.

Cada seto tiende hacia su bosque, pero el ramoneo (o escamondeo) lo impide y libera la fertilidad retenida. Conviene señalar que la hoja de árboles forrajeros humifica fácilmente en el mantillo del suelo, pero su paso por el tracto digestivo acelera dicha humificación y activa con ello al ciclo fertilizador edáfico.

Entre seto y pasto suele encontrarse una vegetación herbácea suculenta, favorecida por el sesteo del ganado. Se parece a la hierba de prado segado y regado, pero muy especialmente a las megaforbias de raso forestal ya mencionadas. Es un elemento estructural que debe tenerse en cuenta al relacionar el seto con su pasto.

Existen modelos reales muy próximos al descrito y explotados tradicionalmente por el hombre con su ganado; el "bocage" atlántico (Bretaña, Landas aquitanas, País Vasco, etc) y pirenaico (Ribagorza, Sobrarbe), consta de seto y árboles forrajeros. La generalización del tractor supone una amenaza para dichas estructuras que estabilizan la explotación en un ambiente particularmente difícil. La oveja "lacha" de los vascos, ramonea como la cabra con acciones completadas por ganado equino en invierno, pero el hombre debe ayudarles escamondando árboles forrajeros en otoño.

Dichos modelos reales de la explotación reticular en países montañosos y con suelo muy pobre, nunca se deben al capricho de sus habitantes, responden a unos equilibrios biológicos muy precisos y conviene analizarlos teniendo en cuenta los principios ecológicos expuestos para conocer mejor los procesos, transferencias energéticas y minerales entre los cuatro subsistemas (pasto-megaforbias y seto-bosque) que podemos distinguir. Caben muchas líneas de trabajo investigador a todos los niveles, científico, técnico y práctico. Los setos protegen al bosque del ganado y en ellos se mantiene una fauna equilibradora del conjunto reticular: carnívoros y rapaces contra roedores y topos.

Es fundamental la ecotonía pasto-seto y se repite indefinidamente; este hecho facilita los estudios integrados de cada proceso, con gradientes manifiestos, y permite adaptarlo a todas las condiciones ambientales posibles. Se trata de un retículo estructural antiquísimo que debemos aprovechar en las explotaciones de ganadería extensiva; todas las intensificaciones deben reservarse para el suelo profundo e irrigado de los glaciares y vegas, realizando en ellos las acciones técnicas que suplan las regulaciones mencionadas.

i) La estructura ganadera

Acabamos de insistir en las estructuras geofísicas y vegetales, con retículos estructurales a distinta escala; más adelante veremos la estructura microrreticular de los pastos esteparios y sabanoides. Ahora conviene insistir sobre ciertos aspectos de la estructura ganadera, completándolos posteriormente con la industrial y comercial, tan ligadas a la vegetación por un parte y a la estructura dependiente del nivel cultural, humano, por otra.

Una estructura ganadera debe disponer de animales desbrozadores además de los que pastan regularmente; su necesidad es máxima en los sistemas muy extensivos sin buenos pastos; contribuyen ciertamente a movilizar fertilidad retenida y concentrarla en la superficie edáfica, estabilizando setos y evitando el desarrollo de árboles jóvenes en los rasos pastoreados.

Entre los desbrozadores cabe destacar la cabra, considerada por muchos como animal dañino, peor que las mal llamadas alimañas; el ganado cabrío constituye un instrumento de mejora excepcional y realiza normalmente gran parte del trabajo desbrozador o ramoneo. Los équidos, en especial ganado asnal y mular, completan los desbroces y en invierno utilizan también restos vegetales muertos, actuando temporalmente como detritívoros y hasta coprófagos; además son muy activos en pastoreo, rozan cardos y lastonares, pisoteando con fuerza el mantillo superficial que entierran ligeramente.

Acabamos de mencionar especies de fitófagos interesantísimas, diría esenciales en cualquier sistema extensivo; su disminución paulatina influye ciertamente en la degradación de muchos pastos de monte, que se llenan de maleza y deben ocupar de nuevo su puesto en el sistema si queremos mantenerlo con escasas inversiones financieras. Los montes nunca atraerán grandes capitales y se impone crearlos en cada explotación; dicho ganado, con ciervos o corzos del bosque, deben crear capitales en las comarcas rurales actualmente tan deprimidas por falta de riqueza autóctona.

Otro aspecto de la estructura se relaciona con la diversidad ganadera, en familias y especies de fitófagos. Destacan ante todo dos grupos fundamentales: équidos y rumiantes. Comportamiento, fisiología, sus plagas, parásitos, etc distinguen esencialmente los dos tipos de herbívoros. Complementarios en pastoreo, posiblemente destructores mútuos de sus plagas con ciclo temporal en el pasto, de aparato bucal netamente distinto, etc., deben alternar en los pastos reticulados extensivos, enriqueciendo los matices fundamentales de la estructura ganadera normal. Entre los demás animales destacan los roedores, comedores de raíces, órganos subterráneos, semillas y parcialmente coprófagos; no faltan casi nunca, su acción es importante pero no pretendo analizarla con detalle. Suidos y aves realizan otras funciones (bellota, hayuco, insectos, moluscos, etc.) en general complementarias, pero no es posible insistir en su importancia.

Entre los rumiantes destaca el ganado vacuno, con razas muy variadas y muchas de ellas en trance de extinción por cruces incontrolados. Entre las razas españolas destacan unas muy rústicas (Pinariega, Tudanca, Pirenaica, Avileña, Morucha, Alustante, Retinta, Murciana, etc.) y en general excelentes desbrozadoras del pasto basto (la Tudanca frena los brezos con gran eficacia en la comarca de Reinosa), creando con ello suelo y pasto fértiles. Otras razas más productivas (para el hombre) deben utilizar los pastos ya estabilizados por las más rústicas mencionadas.

En cuanto al ganado lanar, con razas muy numerosas y distintas aptitudes, conviene destacar que debe ocupar los últimos estadios de la evolución del pasto; con las razas normales se puede transformar con gran eficiencia un pasto corto y denso, ya preparado anteriormente por el ganado vacuno. La tendencia en fincas muy bien ordenadas desde antiguo, será hacia razas carniceras y lecheras (como la Manchega y otras parecidas), seleccionando para dobles (y además triple) que activen la tasa de renovación del rebaño.

Algunas razas churras y muy especialmente la oveja Lacha vasca, se comportan como la cabra, pudiendo aprovechar la hoja de los setos

La distribución por edades, facilitada enormemente por la estructura reticular de setos, es otro aspecto de la estructura animal que debe tenerse en cuenta; si es correcta, influye mucho en la productividad del pasto y el control de las plagas frecuentes.

En ciertos casos, para reducir la estructura animal reproductora, puede recurrirse a la inseminación controlada, artificial. Las ventas oportunas permiten ajustar la carga estacional a las posibilidades concretas de producción y conservación de forrajes. Se comprende que ya entramos en el terreno de la estructura industrial-comercial agropecuaria.

Actualmente destaca el problema gravísimo de conservar, en algún lugar del país a las razas autóctonas, tan adaptadas a nuestros ambientes de monte y además capitalizadoras; sin ellas ya será muy difícil planear las explotaciones del futuro. Las razas rústicas puras pueden proporcionar híbridos, retrocruces y doblehíbridos de gran porvenir en ambientes concretos, pero es imprescindible conservarlas homocigóticas (¿en fincas del Estado?), ensayando todos los cruces industriales posibles, entre sí y con otras exóticas. El Departamento de Genética de la Universidad de Barcelona (en colaboración con la Facultad de Veterinaria de Zaragoza), ha puesto a punto las técnicas adecuadas para acelerar al máximo el proceso selectivo de razas puras; ahora falta organizar programas nacionales al efecto.

j) Estructuras industrial y comercial

Acabamos de revisar algunos aspectos de la estructura ganadera, base sólida de nuestra industria pecuaria tradicional. Se trata de una máquina transformadora de tipo biológico, con animales que "transforman" y "concentran" alimento vegetal hacia unas formas utilizables ya por el hombre, como carne, leche, queso, etc.

Las acciones subsidiarias humanas, basadas en conocimientos empíricos de tipo técnico, crearon estructuras destinadas a disminuir por una parte las pérdidas energéticas (patios, cuadras, calefacción, etc.) y por otra fomentar, regulando al mismo tiempo, tanto la productividad primaria como la secundaria, por medio de riegos, labores, siembras, abonados, siegas, cercas, henificación, ensilado, pienso comprado, minerales correctores, abrevaderos, etc. Para ello se requieren instalaciones fijas y maquinaria, junto con unas posibilidades de mercado para la venta y compra de lo exterior al sistema.

2. OTROS ASPECTOS DE LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS

a) Acciones subsidiarias en agronomía extensiva

En ambientes descapitalizados, con suelo pobre y clima poco favorable, conviene aprovechar al máximo los mecanismos naturales de transmisión de fertilidad, en especial los que la liberan de la estructura más estable (por ramoneo, escamondas, rozas, fabricación de "compost casero", etc), como es la que suele producir a ritmo lento unos bienes de escasa calidad, como broza, leña, madera mala, etc.

Los fitófagos detritívoros, en especial équidos, deben jugar un papel primordial durante las fases iniciales; acaso el dromedario pueda utilizarse en ambientes de Canarias y Almería. Sin duda alguna la cabra, en sus infinitas razas españolas, será el "instrumento" esencial para el despegue capitalizador progresivo.

A la luz de los principios anteriores, se comprende que un subsistema básico será el del suelo que sostiene toda la estructura productiva, cierra el ciclo fertilizador, y prepara nueva

producción. La descomposición rápida de los detritus del mantillo, con formación de agregados estables (humus muy activo) y una mineralización regularizada con liberación máxima en el momento preciso, parecen los procesos esenciales para un estudio edáfico directamente relacionado con la fertilidad de cada suelo y tipo de pasto. Al respecto resulta esencial el estudio de los pocos centímetros superficiales.

Los fitófagos, como cualquier consumidor, actúan acelerando el proceso fertilizante; conviene estudiar la digestión en rumiantes y équidos (*prehumificación*), la *coprofagia* de roedores, y de manera muy especial las cadenas tróficas en boñigas y excrementos de los equinos, sin descuidar las posibles acciones de la orina, como estimulante para los procesos de humificación-mineralización.

El riego eventual a media ladera, por encima del suelo profundo de vega y glacis, condiciona la utilización rápida de los abonados; es inútil aplicar superfosfato a un pasto envejecido, mal aprovechado, por sus efectos muy retardados, con frecuencia ruinoso.

La explotación correcta de setos aportará fertilidad transmitida por los mismos animales; los comederos móviles permiten fertilizar indirectamente las parcelas poco productivas, transmitiendo al mismo tiempo fertilidad biológica (semillas) en el heno y los excrementos. Es la técnica de siembra en suelos que no pueden roturarse.

Los prados regados y abonados generosamente, tanto naturales como sembrados, deben situarse en los mejores suelos. Los prados temporales segados y pastoreados, acumulan fertilidad que puede actualizarse por medio de un cultivo de renta (patatas, remolacha, cebada, trigo, maíz, etc). En algunos ambientes, maíz y alfalfa permiten intensificar la explotación regulando los períodos críticos. Con regulación agronómica ya es posible producir buenas canales para el matadero; en la producción láctea el factor limitante más común suele ser energético y la solución correcta está en un buen maíz híbrido ensilado casi en el momento de madurez. La leche española resulta cara porque suele obtenerse de la hierba o alfalfa y con un complemento energético caro (pienso comprado).

Los sistemas extensivos deben especializarse hacia ganado de vida, con venta de los animales jóvenes para crío y ceba en otros ambientes más propicios. Conviene conocer los cruces industriales que permitan mantener la carga máxima de ganado adaptado al ambiente; razas del país o híbridos muy bien definidos, para inseminarlos convenientemente y obtener los cruces preferidos en el mercado.

La heterosis o vigor híbrido debe explotarse a fondo; es probable que podamos lograr un aumento de la actividad en pastoreo, bocados por minuto, horas de actividad al día; la ingestión fuerte aumenta la actividad por animal y logra limpiar pronto un pasto algo basto. Es preferible disponer de menos animales muy activos que muchos sin apenas cubrir sus necesidades metabólicas básicas.

En los mercados comarcales, puerta de la iglesia y el café dominical, es posible intercambiar información; representan una buena baza para cualquier agente de extensión agropecuaria bien preparado. En el mercado existe además la posibilidad de unas ventas oportunas que descarguen al pasto en sus períodos poco productivos y, además, permite la compra de correctores con abonos y piensos.

b) El bosque y su explotación

Entre la finca agropecuaria extensiva y el bosque existe muchas veces un límite impreciso. Cualquier explotación puede tener bosques intercalados (cortavientos, monte protector, etc) que conviene cuidar. Los principios ecológicos son distintos para los dos tipos de explotación, a causa del reciclado lento forestal. Conviene establecer una separación entre

explotación agropecuaria y bosque maderero, con seto pujante que impida la entrada del ganado.

El mantillo forestal puede compararse a la panza de rumiante pero su ritmo es más lento; en él se realiza la descomposición-simplificación que continúa en el perfil edáfico. No es conveniente alterar dicho mantillo por pisoteo incontrolado. Con suelo fértil se puede alcanzar la etapa de madurez, pero si algún elemento es limitante, la progresión serial se detendrá en una fase inmadura de comunidad permanente. En una masa forestal ordenada, interesa desde muchos puntos de vista, mantener en el espacio todas las fases seriales que conducen hacia la etapa madura.

Por ejemplo, en un bosque poco explotado, encontramos áreas de madurez elevada y conviene conservarlas en el seno del bosque explotado a turno muy largo, por entresacas juiciosas y espaciadas. Bandas concéntricas con explotación intensificada progresivamente hacia el exterior, permitirán ajustar en un modelo real y ordenado, la extracción óptima de madera (edad, talla y diámetro) la que mayormente estimula una regeneración regular y vigorosa. El estudio dosométrico debe completarse con el científico del clima local, suelos, vegetación, caza, etc.

Se trata de *reservas zonales* aptas para multiplicar los acotados en casi todos los montes españoles; hacia el exterior, fuera ya del gran seto protector, pueden establecerse explotaciones agropecuarias extensivas con sus estructuras reticulares, cortavientos y monte protector. El conjunto paisajístico, explotado de manera discriminada, ordenada y adaptada al relieve, con sus orlas concéntricas de distinta intensidad explotadora, ilustra materializando los efectos de cualquier explotación en un ambiente geomorfológico determinado.

Con frecuencia en la cabecera de cuencas hidrográficas y lugares alejados de la población rural, convendrá forzar la explotación forestal sin recurrir a la ganadera extensiva. Los distintos pinos españoles suelen introducirse espontáneamente en los "bosques nobles" (de frondosas y abetos) al forzar algo su explotación. En el caso de falta de pinos, mientras el clima no sea muy oceánico (peligro de una fuerte lixiviación edáfica), es posible introducirlos por siembra o plantación, sin destruir nunca las fagáceas espontáneas que movilizan y mantienen intenso al metabolismo edáfico.

Los pinares extensos que no sean naturales, suelen padecer plagas destructoras y por ello son poco rentables la mayoría de las repoblaciones extensas realizadas hasta la fecha. En cambio suelen prosperar los pinos entre coscojas, carrascas, encinas, quejigos, marojal, robledal y hayedos aclarados sin destruirlos; se produce buen mantillo y los pinos buscan la luz secando sus ramas laterales. Un bosque diverso es más estable y a la larga su rentabilidad es mayor que la de los monoespecíficos y monoraciales.

En clima oceánico, en especial el de Galicia, el pinar arruina los suelos por acumular pinocha que humifica mal. Es notorio que los pinares extensos no pastoreados son muy sensibles al fuego. Cada verano puede comprobarse su fragilidad para el incendio, en especial cuando se abre el monte al turismo por carreteras y pistas que sólo deberían estar al servicio de las explotaciones.

Por otra parte, el sistema agropecuario extensivo, en especial cuando se intensifica el pastoreo, admite turistas que agradecen el resguardo de los setos y el césped denso; en dichos ambientes la perturbación por turistas es mínima y el peligro del fuego escaso.

En su conjunto, la explotación debe conservar lo que merezca la pena (sistemas complejos maduros, comunidades permanentes protectoras); cualquier explotación indiscriminada termina con el bosque y con los sistemas situados en la parte baja del monte erosionado. Montes protectores y cortavientos son ciertamente naturales, en comunidad permanente que trabaja para mantenerse y amparar al complejo paisajístico; producen estabilidad y eso basta para el hombre civilizado.

c) Recuperación de los montes erosionados

Ya vemos que no puede haber respuesta única. En unas condiciones convendrá el pinar entre matas o árboles naturales, como acelerador lento de la recuperación edáfica y forestal; en otros el sistema agropecuario parece más dinámico para alcanzar la recuperación del suelo, obteniendo simultáneamente ingresos del monte.

Cabe considerar seriamente dichas posibilidades regeneradoras y combinarlas con el abancalado parcial de laderas secas, barricado de cárcavas y arroyamientos (con piedras, ramas y barro) para evitar la erosión lineal. Las cancillas con distribución del heno semillado a los animales, siembra de alguna leguminosa adaptada, plantación de plantas muy colonizadoras, pueden contribuir a la recuperación del suelo. Por todo lo dicho, el pastoreo racional muy controlado será acaso el más prometedor en las cercanías de unas empresas pujantes.

En el caso de nuestras repoblaciones con abancalado previo a la plantación del pino, extraña mucho no ver en ninguna parte emplear el riego eventual, por otra parte facilísimo en muchos montes, que salvaría los períodos críticos para el pino joven y refrescaría el suelo antes de que la sombra densa realice la regulación térmica.

d) Los sistemas comarcales

La diversidad de ambientes naturales, más los debidos a defectos de la actuación humana, pretéritos o recientes, parecen conducir hacia la pulverización de acciones subsidiarias, con una gama de técnicas regeneradoras excesivamente complejas. La explotación debe ser rutinaria (rutinas correctas) y además lo más simple posible en cada ambiente concreto.

La explotación ganadera extensiva, con su estructura vegetal compleja, monte protector, cortavientos, setos), facilita enormemente la ordenación del pastoreo con ganado diversificado, de la misma empresa o de otra federada comarcal por lo que atañe a desbrozadores eficaces (équidos, caprinos, etc.). Vemos cómo se ensancha el contenido de la empresa con elementos comunes a varias que permiten utilizar en cada momento el ganado más adecuado.

Las siembras, reparto de abono, desbroces mecánicos, ensilado rápido y otros trabajos muy especializados, deben organizarse a nivel comarcal o regional, descargando así la industria de cada empresa federada, mientras unas pocas atienden correctamente dichos menesteres.

El conjunto comarcal debe funcionar como un sistema de orden superior al de cada empresa concreta, en el que exista comunicación rápida de posibilidades técnicas y financieras; debe ser viable una comarca muy diversificada y con empresas especializadas. Los agrobiosistemas no son independientes y forman una entidad de orden superior unida por su mercado común. Es así como debemos imaginar el paisaje humanizado del futuro próximo, precisamente en nuestros montes hoy día deprimidos en todos los aspectos y sin ilusión vital.

e) El microrretículo de las comunidades graminoides

Estamos acostumbrados a imaginar la estepa o pradera naturales como una comunidad homogénea de plantas graminoides. El perfil edáfico muestra que existe una diversificación estructural en forma de retículos a distintas escalas.

Las sabanas africanas suelen tener acacias aparasoladas que proporcionan sombra ligera y movilizan la fertilidad profunda; además de dicho retículo amplio existen gramíneas diferenciadas, unas con raíz penetrante y otras superficial; las últimas aprovechan rápidamente la lluvia y las primeras el agua profunda durante intervalos poco lluviosos.

Son clásicos los estudios ecológicos en la Pradera americana y demuestran las distintas pautas de distribución radicular entre plantas dominantes y dominadas. Existen siempre retículos estructurales a distinta escala y podemos compararlos al de la dehesa arbolada, en especial cuando se trata de la sabana, pero también la Pradera, Pampa, Alang-alang, etc.

En las comunidades predominantemente herbáceas se observan microevoluciones debidas al depósito temporal de boñigas; además, los rizomas de las especies dominantes provocan desplazamientos en el tiempo y el retículo microestructural se desplaza, explotando las raíces sucesivamente todo el perfil edáfico.

La pauta estructural reticular parece muy general y encauza una explotación discriminada que no compromete la estabilidad del conjunto. Una parte de la estructura se especializó hacia la protección y el resto a la explotación. Dichos retículos orientan igualmente las corrientes fertilizadoras que compensan la extracción.

Los estudios para una utilización sostenida de recursos, deben tener en cuenta dichas realidades estructurales y funcionales. Edafólogos, botánicos, ecólogos y zoólogos, con los técnicos relacionados con ellos, aumentarán la eficacia de sus estudios si atienden ante todo a los mecanismos de fertilización encauzados por cada estructura reticular aparente. Además conviene tener muy presente la macroestructura paisajística, la de cada vaguada y sus conjuntos comarcales o regionales.

3. IDEAS PARA UNA UTILIZACIÓN CORRECTA DE RECURSOS

a) Explotación de los recursos naturales

Los ejemplos mencionados ya indican que la explotación nunca puede ser anárquica, fluctuante entre tendencias contrapuestas. Somos seres inteligentes pero el hombre moderno, en este aspecto, suele comportarse peor que los irracionales; el que actúa conoce sólo parcialmente la realidad del sistema explotado y sus acciones arbitrarias comprometen tanto la estabilidad como la continuidad explotadora. La destrucción de sistemas naturales productivos, en especial suelos, afecta la pervivencia humana y debe estimular toda clase de estudios orientadores de las acciones prácticas, inteligentes y ordenadas.

Los conocimientos ecológicos han progresado, pero aquellos que los dominan no pueden actuar y los responsables directos no toleran fiscalizaciones a su actuación. Urge elaborar rápidamente la teoría ecológica de la explotación, teniendo en cuenta muy particularmente todos los factores culturales y sociales implicados. El sistema cultural es muy complejo, difícil de ordenar sin conocer los resortes que pueden encauzar actuaciones futuras. Vimos estructuras que orientan funciones, las dirigen y evitan desviaciones; entre todas y por su excepcional importancia destaca el seto limitando su pasto.

Ya vimos que los retículos estructurales se comportan además como estructura industrial, distribuidora de animales y capaz de estabilizar al conjunto. Las acciones subsidiarias facilitan la regularización del sistema; gracias a ellas y al caudal de conocimientos que implican, el sistema aparentemente más simple extrae del complejo una fertilidad que por los animales pasa al mercado. Mencionamos unos gradientes de fertilidad orientados por la fuerza de la gravedad, en especial del agua y los solutos que arrastra, así como la profundidad del suelo en los glaciares y vegas; igualmente polarizada en sentido vertical

se presenta la fertilización por árboles y arbustos de profunda raíz, mientras los animales transmiten fertilidad de una manera lógica que puede dirigirse fácilmente al intentar ordenar todo el sistema.

Los mosaicos estructurales y funcionales mencionados, proporcionan diversidad al paisaje *que podemos estabilizar* en un estado de explotación matizada y constante; contactos entre unas estructuras de distinta organización facilitan los intercambios funcionales y, al conocerlos, aparecen nuevas posibilidades de actuación armónica. La estructura cultural, formada por rutinas valiosas y toda clase de conocimientos, asegura el ajuste de los sistemas comarcal y regional, orientándolos hacia una eficiencia máxima sin olvidar su permanencia y mejora paulatina (capitalización rural).

Para poder alcanzar dicha integración funcional en sistemas complejos de tipo rural, conviene conocer todo lo fundamental y realizarlo con mucha constancia, sin fluctuaciones de signo contrario que deshagan lo alcanzado ya. La naturaleza logró por evolución y sucesión muchos ajustes valiosos; el hombre se integró a lo largo de milenios, concretando su actuación en rutinas ancestrales que no debemos olvidar; conviene aprovechar dichos ajustes básicos y completarlos sin destruirlos.

b) Las ciencias agrobiológicas y su coordinación

En España están muy desigualmente desarrolladas las ciencias relacionadas con problemas de la ecología terrestre.

Por una parte los suelos atraen muchos especialistas que cultivan aspectos muy parciales de la funcionalidad ecológica. Progresan la edafología química y bastante la fisicoquímica, pero suelen descuidarse aspectos fundamentales de la edafología física que apenas se relacionan con el dinamismo de las masas aéreas (Climatología) y mucho menos aún con los flujos energéticos del vuelo al suelo, con el dinamismo tan variado del mantillo (detritus) que actúa directamente sobre el bioedafon. Tanto los *agregados estables* como su dinamismo no pueden estudiarse desligados de la fertilidad edáfica.

La microbiología del suelo es muy compleja y sólo se conocen aspectos muy parciales de la misma, por otra parte insuficientes para comprender procesos edáficos transcendentales. Conviene estudiar el bioedafon sistemáticamente, pero además en su funcionamiento global, con unas comunidades edáficas que realizan funciones detectables aún sin conocer sus elementos botánicos o zoológicos.

El dinamismo edáfico, con estudio ecológico de los procesos principales, debe progresar cuanto antes hacia el conocimiento de los mecanismos fertilizadores naturales, tanto en el orden físico, como en el químico y biológico. Dicha fertilización natural admite una explotación sostenida y debe completarse únicamente con *elementos en mínimo*, los que mayormente limitan su producción.

Los estudios geobotánicos realizados con mentalidad ecológica, paisajística, coordinan y sitúan los principios científicos, enlazando la base edáfica con la explotación agropecuaria. El pasto estudiado en sus aspectos funcionales, resulta básico (como hemos visto) para comprender los mecanismos de la explotación y fertilización naturales.

Conviene estudiar los animales herbívoros junto con sus asociados (comensales, simbioses, plagas y parásitos) en el sistema complejo que forman y siempre en relación con los procesos productivos. La escasa densidad del ganado reduce muchas plagas, mientras su concentración aumenta el peligro en empresas intensificadas. Debe ser tarea urgente la de conocer a fondo y seleccionar nuestras razas puras de ganado; estamos a punto de perder una riqueza genética de valor incalculable y de la que muy pocos se dan cuenta. La selección de

animales para mejorar su adaptación al ambiente y al mismo tiempo la productividad (híbridos industriales) también debe ser prioritaria.

Finalmente los estudios destinados al desarrollo del medio rural en sistemas complejos dotados de varios niveles de organización, hasta alcanzar el sociológico-cultural, permitirá rejuvenecer nuestras raíces culturales y mantener lo permanente de nuestra civilización rural.

Las técnicas posibles en cada situación concreta pueden ser múltiples, pero siempre dependientes del conjunto como tal. Cualquier aspecto del conocimiento debe progresar en conexión con todos los demás, pero ante todo interesa estudiar la ecología de sistemas en unas explotaciones modelo bien controladas bajo todos los aspectos: naturalistas, técnicos, sociales y económicos.

4. CONCLUSIONES FUNDAMENTALES

Son muchas las que podemos deducir de las consideraciones anteriores y muchas más las que cabría considerar en relación con la utilización correcta de recursos naturales. Acaso por su importancia, como desencadenadoras de procesos evolutivos deseables, conviene destacar ahora las siguientes:

- a) *Necesidad de situar en "sistemas topográficos concretos"*, especialmente de cada vaguada, todos los estudios climáticos, edáficos, botánicos, ganaderos, forestales, de ordenación rural, etc.
- b) *Lucha contra la erosión*, en todas sus formas (físicas y químicas), utilizando métodos apropiados, tanto de técnica forestal como ganadera; la última parece más dinámica y rentable, mientras sea ejecutada en estructuras reticulares correctas. Urge repoblar y cuidar setos apropiados para cada ambiente.
- c) *Explotación matizada en gradientes*, que correspondan a los de fertilización natural detectables, ahora y en el futuro.
- d) *Activación de los ciclos fertilizadores naturales*, utilizando aceleradores (ganado, pinos etc.) y corrigiendo sus defectos con el riego eventual, además de abonos minerales que salven factores limitantes decisivos en cada ambiente.
- e) *Selección ganadera*, conservando celosamente nuestras *razas autóctonas* y realizando cruces con ayuda valiosa de la red de setos. Conviene explotar a fondo el *ganado que capitaliza* en los ambientes pobres de montaña. A mi juicio es el problema más urgente planteado a nivel nacional y mediterráneo.
- f) *Planes eficaces para el desarrollo rural*, realizados con amplitud de criterio y utilizando a fondo todo el potencial investigador español, tanto científico como técnico.
- g) *Utilización correcta de los detritívoros*. En la Estación experimental del Zaidín (C.S.I.C.), Granada, se realizan experimentos muy interesantes con rumiantes que conviene ampliar a toda España. También el profesor ZORITA (León) ha investigado a fondo las aplicaciones de la coprofagia a una ganadería rentable. El campo es inmenso y muy prometedor.
- h) *Reciclado correcto contra la contaminación*. Se relaciona con la anterior conclusión y debe abordarse sin dilaciones, empleando todas las posibilidades agrarias, microbiológicas, ganaderas, etc.
- i) *Factores positivos para la investigación integrada*. Cada año ya tenemos mayor número de biólogos entrenados en ecología, microbiología, botánica, zoología, etc. Junto con los técnicos entusiastas que no faltan, es posible abordar sin dilaciones gran parte de los

problemas ligados a las modalidades explotadoras con reciclado correcto, en el ambiente cultural de una sana utilización de nuestros recursos naturales.

Jaca, 23 de noviembre de 1974

Revisado el texto para divulgarlo. Jaca, 25-febrero-1998

* * * * *

El autor ha desarrollado con posteridad alguna de las ideas expuestas aquí, en los Congresos y Reuniones especializadas siguientes:

- *European Grassland Federation - 6th General Meeting*. Madrid, abril-mayo 1975
- *I Conferencia Internacional sobre calidad ambiental*. Universidad de Navarra. Pamplona, junio 1975.
- *XVI Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Pamplona, junio 1976.
- *Colloque C.N.R.S. "Aspects physiques, biologiques et humains des écosystèmes bocagers des régions tempérées humides"*. Rennes, 5-7 julio 1976

SUMARIO

Resumen	1
Resumé	1
Palabras clave	1
Introducción	2
1. La explotación natural y el sistema agropecuario	
a) Aspectos de la explotación	2
b) Fertilidad y explotación	3
c) Circulación abiótica de fertilizantes	4
d) Mecanismos bióticos de fertilización	4
e) Origen del sistema adehesado	5
f) Los materiales retenidos en las estructuras vivas	5
g) Actualización correcta de la fertilidad retenida	6
h) Ecotonías entre pasto y bosque	8
i) La estructura ganadera	9
j) Estructuras industrial y comercial	10
2. Otros aspectos de la utilización de recursos	
a) Acciones subsidiarias en agronomía extensiva	